

**УДК 621.6:536:519.86**

**Р.В. Коцюрко, В.П. Коваль, к.т.н., І.Д. Лучейко, к.т.н., доц.**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

# **ДО РОЗРАХУНКУ КРИТЕРІЮ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТРУБЧАСТОГО ТЕПЛООБМІННИКА В УМОВАХ УТВОРЕННЯ НАКИПУ**

**R.V. Kotsiurko; V.P. Koval, Ph.D., Assoc. Prof., I.D. Lucheyko, Ph.D., Assoc. Prof.**

## **TO THE CALCULATION OF CRITERION OF ENERGY EFFICIENCY OF TUBULAR HEAT EXCHANGER IN CONDITIONS OF SCALE FORMATION**

Розглядається процес передачі тепла, зокрема, навколишньому середовищу трубчастим теплообмінником із гарячим теплоносієм (ТН) всередині при наявності накипу на внутрішніх стінках. У роботі [1] запропоновано оцінювати ефективність теплообміну за відносною різницею  $\varepsilon_R \geq 0$  лінійних термічних опорів  $R_l$  або відносною різницею  $\varepsilon_k \leq 0$  лінійних коефіцієнтів теплопередачі  $k_l = 1/R_l$  – протилежним до  $\varepsilon_R$  критерієм

$$\varepsilon_R = \Delta R_l / R_{0l} = -\varepsilon_k / (1 + \varepsilon_k) = (k_{0l} / k_l) - 1, \quad (1)$$

де  $\Delta R_l = R_l - R_{0l}$  – абсолютна різниця опорів;  $\varepsilon_k = \Delta k_l / k_{0l} \equiv (k_l / k_{0l}) - 1$ .

У безрозмірній формі абсолютна різниця опорів чистої ( $\delta = 0$ ,  $\alpha_i = \alpha_{0i}$ ,  $R_l = R_{0l}$ ) та брудної труби круглого перерізу зі зовнішнім радіусом  $R_0$  і “змінним” внутрішнім радіусом  $r = r_0 - \delta$  визначається за формулою [1]

$$2\pi\Delta\bar{R}_l = 2\pi\alpha_{02}R_0(R_l - R_{0l}) = \frac{\alpha_{02}R_0}{\alpha_{01}r_0} \cdot \frac{\varepsilon_{\alpha_0 1}(x) + x}{1 - x} + \frac{\alpha_{02}R_0}{\lambda} \ln \frac{1}{1 - x} + \varepsilon_{\alpha_0 2}(x), \quad (2)$$

де  $\varepsilon_{\alpha_0(i)} = (\alpha_{0i} / \alpha_i) - 1$  – “нестандартні” відносні різниці коефіцієнтів тепловіддачі [звичайно  $\varepsilon_\alpha = (\alpha / \alpha_0) - 1 = -\varepsilon_{\alpha_0} / (1 + \varepsilon_{\alpha_0})$ ];  $\alpha_1, \alpha_2$  – коефіцієнти тепловіддачі від гарячого ТН до внутрішньої поверхні накипу та від зовнішньої поверхні труби до холодного ТН;  $\lambda_0 > \lambda$  – коефіцієнти теплопровідності матеріалів труби та накипу;  $0 \leq x = \delta / r_0 \leq 1$  – симплекс товщини накипу  $\delta$  та внутрішнього радіусу труби – ступінь забруднення ( $x = 0$  – відсутність накипу,  $x = 1$  – труба повністю забита накипом).

Тоді формула для розрахунку “термічного” [1] критерію енергоефективності набуде зручного вигляду (чисельник і знаменник – безрозмірні)

$$\varepsilon_R = \frac{\frac{\alpha_{02}R_0}{\alpha_{01}r_0} \cdot \frac{\varepsilon_{\alpha_0 1}(x) + x}{1 - x} + \frac{\alpha_{02}R_0}{\lambda} \ln \frac{1}{1 - x} + \varepsilon_{\alpha_0 2}(x)}{\frac{\alpha_{02}R_0}{\alpha_{01}r_0} + \frac{\alpha_{02}R_0}{\lambda_0} \ln \frac{R_0}{r_0} + 1} \leq \varepsilon_{R \max}^{\text{äi i}}, \quad (3)$$

звідки видно, що основна трудність розрахунку пов’язана з визначенням залежностей  $\varepsilon_{\alpha_0(i)} = f_i(x)$ .

## **Література**

1. І. Лучейко. Вибір критерію енергоефективності трубчастого теплообмінника при утворенні накипу / І.Д. Лучейко, В.П. Коваль, Р.В. Коцюрко // IV Міжнар. наук.-техн. конф. “Світлотехніка й електроенергетика: історія, проблеми, перспективи”: Тези доп. – Тернопіль, квітень 2012. – С. 113-114.